



## Surveillance et contrôle des activités des navires en mer ScanMaris

Michel Morel, Aldo Napoli, Jean-Pierre Georgé, Florent Jangal, Marie-Annick Giraud, Michel Botalla

### ► To cite this version:

Michel Morel, Aldo Napoli, Jean-Pierre Georgé, Florent Jangal, Marie-Annick Giraud, et al.. Surveillance et contrôle des activités des navires en mer ScanMaris. Workshop Interdisciplinaire sur la Sécurité Globale (WISG 2010), Jan 2010, Troyes, France. pp.1-10. hal-00614005

**HAL Id: hal-00614005**

**<https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00614005>**

Submitted on 8 Aug 2011

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **SURVEILLANCE ET CONTROLE DES ACTIVITES DES NAVIRES EN MER**

## **ScanMaris**

- Michel MOREL (DCNS), Aldo NAPOLI (ARMINES), Jean-Pierre GEORGE (IRIT), Florent JANGAL (ONERA), Marie-Annick GIRAUD (SOFRESUD), Michel BOTALLA (CDMT)

**Résumé** - Pour garantir aujourd'hui des conditions sécuritaires de passage dans les eaux territoriales et exclusives économiques françaises, le dispositif de surveillance maritime s'est renforcé en utilisant de manière optimale la synergie de ses différentes composantes: CROSS (Centre Régionaux Opérationnels de Surveillance et de Sauvetage), sémaphores, moyens nautiques et aériens des administrations en mer. Toutefois, ils ne recueillent des informations que pour des zones maritimes ou des périodes limitées. C'est pourquoi il est envisagé dans les futurs systèmes de surveillance globale et permanente, un recueil massif de données permettant de mieux gérer les situations en mer et les interventions.

Pour cette prise de contrôle global des espaces maritimes en tenant compte des nombreuses informations acquises et sans empêcher ou restreindre le libre échange, il est ainsi nécessaire de développer des outils d'analyse automatisée (SCANMARIS ; Surveillance et Contrôle des Activités des Navires en Mer) par croisements des données. Il devient alors possible de suivre dans le temps et l'espace la situation des activités en mer ou liées à la mer, les flux de marchandises transportées et détecter ainsi une part des activités criminelles et illicites, et les violations à la réglementation, ainsi que les conséquences (flux de produits illicites, l'immigration clandestine, la sur exploitation des ressources halieutiques, les pollutions par des matières dangereuses, la piraterie avec prise d'otage, les sinistres, etc.).

**Abstract** - To guarantee good security conditions in the French national water and exclusive economic zone, the surveillance system is optimised in using various facilities: CROSS (Regional Operational Centres), a network of coastal semaphores, vessels and aircrafts from maritime administrations. But information is acquired only over limited areas or time periods. Thus, the next solutions shall be global and permanent, and shall process all available information to better manage and control all activities at sea.

To best achieve this global surveillance of wide maritime areas without constraining the free access and commercial activities, tools are to be developed to automatically combine and process various types of information collected to continuously monitor the ship's traffic, the good flows and to detect criminal activities and threats (illicit goods flows, clandestine immigrants, piracy, accidents, etc.), and regulation violations.

Key words: Maritime border security, Detection of abnormal vessel behaviours, Prevention against criminal activities and regulation violations.

## 1. INTRODUCTION

Le projet SCANMARIS est un prototype pour évaluer des solutions de prévention et surveillance des espaces maritimes. Ces solutions reposent sur des outils d'exploitation de tenue de situation dite renseignée issue du traitement d'importants volumes de données très largement hétérogènes acquises en temps réel par des capteurs côtiers et en différé de renseignements disponibles dans des sources extérieures.

La solution SCANMARIS permet de surveiller les évolutions permanentes du trafic dense dans une zone maritime étendue pour suivre les flux de marchandise transportée (vrac, conteneur, énergie, produit chimique, produit de la pêche, passager, etc.) selon différents itinéraires (corridor, autoroute de la mer, cabotage, etc.) et détecter les activités criminelles et illicites (stupéfiant, contrebande de marchandise, immigrant clandestin, ressource halieutique pêchée illégalement, piraterie, etc.), les violations aux réglementation et les actes de terrorisme (considérés comme acte de guerre).

Cette approche système et transverse de la sauvegarde maritime (sécurité du territoire et protection contre les actions de type malveillance) fait appel à des compétences pluridisciplinaires qui sont capitalisées dans un groupement de partenaires complémentaires. Les partenaires sont des industriels (DCNS) des PME (SOFRESUD & ECOMER), des académiques (IRIT, ARMINES, ONERA, Centre de Droit Maritime et des Transports) ainsi que des acteurs opérationnels de la sauvegarde maritime (Prescripteurs et Opérateurs de la Direction des Affaires Maritimes), Centres Régionaux Opérationnels de Surveillance et Sauvetage (CROSS), Centre Opérationnel de la Marine (COM) et de la Gendarmerie Maritime qui sont membres d'un Comité d'Utilisateurs.

Pour la tenue de situation renseignée du trafic sur l'espace maritime, les données hétérogènes traitées, croisées et fusionnées sont :

- Les observations géo référencées faites en temps réel par des stations AIS installées au Pic de l'Ours (proche de la frontière italienne) et à Néoulos (proche de la frontière espagnole). Le Pic de l'Ours et Néoulos sont 2 centres de Communication de la DAM (direction des Affaires Maritimes).

- Les renseignements extraits en temps différé des bases de données existantes accessibles en ligne comme TF2000, CD-ROM LLOYDS, EQUASIS, e-ship-spotting, MoUs (« Memorandum of Understanding ») de Paris & Tokyo, etc.
- Le zonage de l'espace maritime (eau territoriale, contiguë, économique exclusive, protection écologique, aire de pêche saisonnière, haute mer, bathymétrie, aire réglementée, etc.).
- Les conditions météorologiques (vent de surface, état de la mer, etc.) et données cartographiques (carte ECDIS du SHOM).

Les fonctions étudiées, développées et évaluées dans le projet SCANMARIS permettent d'améliorer l'efficacité d'une surveillance globale et la détection des contrevenants. Elles contribuent donc à mettre en place des réponses optimales dans le temps et les moyens d'intervention adaptés de lutte contre les activités illicites, criminelles et les violations aux réglementations.

## 2. CONTEXTE ET BESOINS DU PROJET

### 2.1. Le contexte

La mondialisation des marchés fait que le transport maritime (fret & passagers) est devenu un enjeu de premier plan pour le développement économique des nations. En effet, 90% des échanges internationaux et 45% des échanges entre les pays européens se font par voie maritime avec une croissance annuelle de l'ordre de 4% à 5%.

Ouverte sur l'océan Atlantique et la Méditerranée, la France dispose d'une zone économique exclusive de 11 millions de kilomètres carrés avec ses îles. Sa position géographique, particulièrement exposée, constitue une situation tout à fait originale où 20 % du trafic maritime mondial transite au large de ses côtes sans s'y arrêter. Par ailleurs, la France effectue 70 % de ses échanges commerciaux par voie maritime et la quasi-totalité du pétrole qu'elle importe est transportée par la mer.

Ces statistiques sont quelques-unes des raisons pour lesquelles la liberté de navigation et la sécurité des routes maritimes représentent pour la France un intérêt économique vital.

Dans ce contexte, pour garantir aujourd'hui des conditions sécuritaires de passage dans les eaux territoriales et exclusives économiques françaises, le dispositif de surveillance maritime s'est renforcé en utilisant de manière optimale la synergie de ses différentes composantes : CROSS (Centre Régionaux Opérationnels de Surveillance et de Sauvetage), sémaphores (station radar et AIS déployées le long des côtes), moyens nautiques et aériens des administrations. Toutefois, ils ne recueillent des informations que pour des zones maritimes ou des périodes limitées. C'est pourquoi il est envisagé dans les futurs systèmes de surveillance globale et permanente, un recueil massif de données permettant de mieux gérer les contrôles et interventions.

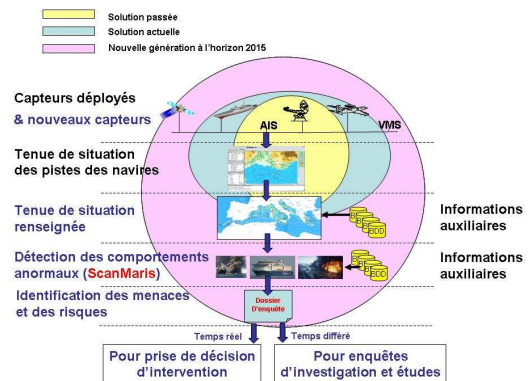
Pour cette prise de contrôle global des espaces maritimes en tenant compte des nombreuses informations acquises et sans empêcher ou restreindre le libre échange, il est ainsi nécessaire de développer des outils d'analyse automatisée par croisements des données. Il devient alors possible de suivre dans le temps et l'espace la situation des activités en mer ou liées à la mer, les flux de marchandises transportées et détecter ainsi une part des activités criminelles et les violations à la réglementation, ainsi que les risques encourus (flux de produits illicites, l'immigration clandestine, la sur exploitation des ressources halieutiques, les pollutions par des matières dangereuses, la piraterie, les sinistres, etc.).

## 2.2. Les besoins

Il apparaît donc primordial pour les Etats maritime comme la France d'avoir des outils de traitement d'informations hétérogènes (donnée, texte, image, message, etc.) et des capacités techniques pour surveiller, contrôler le trafic maritime et identifier rapidement une menace à partir des alertes générées automatiquement par les futurs systèmes de surveillance maritime. Ces outils permettront également à des experts, en temps différé, de mener des investigations, de faire des études statistiques, de formuler des recommandations pour faire évoluer les réglementations, les moyens de surveillance maritime et la protection des navires.

Pour répondre à ces besoins, la figure ci-après donne l'architecture en macro couches techniques de l'acquisition et des différents traitements de l'information pour une solution

système dite «de bout en bout » incluant les capacités techniques existantes et SCANMARIS.



Pour satisfaire ces besoins, les fonctions de SCANMARIS pour le recueil et l'analyse « intelligente » des nombreuses données disponibles permettront d'acquérir une meilleure connaissance et pratique, d'être à même de mettre à jour et suivre des « réseaux » criminels en mer et ainsi augmenter les capacités d'investigation en vue de réduire les effets, voire de prévenir des nouvelles activités illicites. De manière synthétique, SCANMARIS se compose des capacités techniques suivantes :

- Une tenue de situation (positions, vitesses et caps de l'ensemble des navires sur la zone maritime surveillée) à partir des données de capteurs AIS déployés dans 2 stations côtières (Pic de l'Ours & Néoulos, qui sont des stations de communication de la DAM).
- Une tenue de situation précédente renseignée par des informations externes (par exemple sur les types de cargaisons, les destinations, les pavillons, les certifications, etc.), de la réglementation en vigueur et des conditions de navigation (météorologie, océanographie et géographie).
- Des moteurs de règles d'investigation pour détecter les comportements anormaux de navires et générer automatiquement des alertes documentées.
- Une interface homme machine pour visualiser la tenue de situation renseignée et les alertes documentées qui sont levées par le moteur de règles ou par l'opérateur lui-même.

## 3. LEVEES DES VERROUS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Les verrous techniques et scientifiques étudiés, prototypés et évalués dans

SCANMARIS sont les capacités techniques ci-dessous :

- La tenue de situation renseignée qui est élaborée à partir des messages AIS acquis par les 2 stations AIS installées aux Pic de l'Ours et à Néoulos.
- La détection automatique de comportements anormaux de navires et la génération d'alertes documentées. Ces détections sont basées sur des règles composées de conditions élémentaires vérifiées par les informations contenues dans la tenue de situation renseignée.
- La construction d'une base de données navires à partir de la combinaison de différentes sources d'informations disponibles sur les navires.
- L'évaluation des performances du radar haute fréquence à onde de surface (HFSWR) installé à Biscarosse pour une surveillance étendue aux 200 miles nautiques.

Pour évaluer les performances de ces capacités innovantes, un système d'information partiel a été intégré dans une chaîne de traitements de l'acquisition des données de stations AIS déployées in situ à la détection de comportements anormaux de navires répondant à des conditions spécifiques mises sous forme de règles.

### 3.1. Tenue de situation renseignée

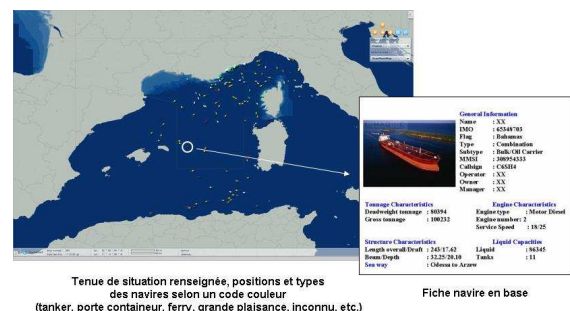
Les trois premières couches techniques, de l'architecture présentée précédemment, ont été développées pour élaborer une tenue de situation renseignée réelle. Deux stations AIS ont été installées in-situ pour acquérir les messages émis par les navires marchands, les bateaux de pêche et de grande plaisance. Munis d'émetteur VHF-UHF, ces navires, selon la norme OMI (Organisation Maritime International), émettent des messages à une fréquence de 12 secondes qui contiennent la position, vitesse et cap des navires ainsi que des informations sur leur pavillon, le nom du navire, son code MMSI, ses destinations, sa cargaison, etc. Les messages AIS acquis par ces stations sont transmis au Mourillon (centre de traitement des informations du projet SCANMARIS) par deux liaisons ; de Néoulos par une liaison satellitaire et du Pic de l'Ours par une liaison GSM.

Les messages AIS reçus sont alors fusionnés avec des informations sur les navires, la réglementation en vigueur et des données météorologiques, océanographiques

et géographiques pour réaliser et maintenir une tenue de situation renseignée mise à jour avec une fréquence de l'ordre de la minute. Cette tenue de situation visualisée permet à un opérateur de suivre les mouvements des navires en permanence et de disposer d'information sur les routes suivies, les identités et caractéristiques des navires, les conditions de navigation et les zones réglementées traversées. L'opérateur a ainsi à sa disposition une boîte à outils pour visualiser, pour un navire sélectionné dans la tenue de situation renseignée globale :

- La position, vitesse (fond) et cap instantanés.
- Les profils de vitesse et de cap.
- La trajectoire du navire.
- La fiche et photographie du navire en base.

La figure suivante donne une illustration d'une tenue de situation renseignée globale avec les informations sur un navire qui a été pointé sur l'écran par l'opérateur.



### 3.2. Détection de comportements anormaux de navires

L'activité illicite d'un navire cherche toujours à se masquer derrière des comportements normaux pour éviter d'éveiller des soupçons. De plus, lorsque les contraintes évoluent (de nouvelles lois, de nouveaux moyens et méthodes de surveillance...), les contrevenants font aussi évoluer leurs propres méthodes. Nous avons donc affaire à des comportements qui sont non explicites et évolutifs. La dernière contrainte est que le corpus d'apprentissage des comportements anormaux est ainsi réduit aux cas réels connus qui surviennent dans un ordre non contrôlé ; ce qui est usuellement très gênant pour éviter un sur-apprentissage.

Pour ces raisons, ont été éliminés les méthodes d'apprentissage artificiel usuelles qui ont en commun la propriété de posséder des attracteurs vers lesquels le système va converger. Ils garantissent généralement l'obtention des solutions acceptables mais ont

le désavantage de guider les systèmes par une forme de finalisme. L'hypothèse d'une fonction de « feed-back » mettant en correspondance le comportement effectif du système avec ses objectifs est très souvent employée pour ces apprentissages. Par exemple, les réseaux neuronaux et les algorithmes génétiques se fondent sur elle, mais son application à SCANMARIS est malgré tout problématique pour deux raisons :

- Elle impose la perception dans l'environnement du système, des paramètres nécessaires et suffisants strictement liés aux effets du système. Parmi tous les changements survenant dans l'environnement d'un navire, comment peut-il distinguer ceux dont son activité est la cause ?
- Quel serait l'algorithme du système, lui permettant de passer de sa finalité supposée à une phase d'ajustement de ses actions élémentaires pour s'ajuster au feed-back perçu ?

Un choix a été fait de ne pas contraindre l'espace des possibles pour l'apprentissage en laissant le choix d'explorer l'espace de recherche complet du problème sans fonction objectif globale donnée a priori. La théorie des AMAS (Adaptive Multi-Agent System) est cohérente avec ce choix car elle garantit l'adéquation fonctionnelle d'un système lorsque ses parties sont en interactions coopératives, sans aucune évaluation globale. Basée fortement sur des mécanismes d'auto-organisation et le concept d'émergence, c'est une théorie contingente, au sens philosophique du terme et requiert ainsi une validation expérimentale. C'est ainsi que durant le projet SCANMARIS a été utilement appliquée en parallèle à d'autres domaines d'application comme la conception préliminaire avion [12], la création et maintenance d'ontologies dynamiques [10], ou la modélisation des dynamiques microbiennes [11].

Le processus d'auto-organisation coopérative des AMAS est employé comme métaheuristique en résolution émergente de problèmes car elle permet de converger vers une solution optimale sans définir de fonction d'objectif globale. Les travaux présentés dans le cadre de SCANMARIS et publiés dans des conférences [1], [2], [3] confirment la pertinence de l'approche. Son emploi permet d'exploiter SCANMARIS dans les conditions exactes qui ont été initialement définies dans

le projet. SCANMARIS enregistre en temps réel la survenue des anomalies (ou comportements anormaux) sur les navires. L'opérateur peut ensuite informer le système en différé d'une situation d'alerte qui n'aurait pas été détectée, ou à l'opposé d'une alerte levée à mauvais escient. De ces cas, le système va reprendre la situation pour améliorer ses paramètres sans intervention humaine. L'apprentissage s'effectue dans les conditions suivantes :

- Il n'y a pas de corpus d'apprentissage préalable à l'utilisation du système.
- L'apprentissage s'effectue sur des cas réels sans sélectionner un corpus ad-hoc et bien choisi.
- Il n'y a pas de fonction-objectif dans l'apprentissage, même s'il est fondé sur des avis explicites de l'opérateur.

En regard des résultats obtenus par la version finale du prototype SCANMARIS, ce verrou a donc pu être levé en permettant l'auto-ajustement en temps réel des paramètres des anomalies dans les conditions précédemment énoncées.

### 3.3. Génération d'alertes documentées

A partir de règles élaborées à partir de conditions élémentaires et d'une méthode d'apprentissage basée sur la théorie des AMAS, des alertes sur des comportements anormaux de navires sont levées quand les conditions élémentaires contenues dans la tenue de situation renseignée sont vérifiées. Les conditions élémentaires des règles sont de plusieurs types :

- Paramètres cinématiques (comme par exemples, la vitesse, des changements de cap et un arrêt prolongé).
- Identité et caractéristiques d'un navire (par exemples, le pavillon, la cargaison, la destination et l'âge).
- Paramètres géographiques (par exemples, la distance à la côte, la bathymétrie et zone de pêche).
- Paramètres météorologiques (par exemples, forte houle, vent faible et faible visibilité).
- Paramètres législatifs (par exemples, vitesse limitée, mouillage interdit et chenal interdit).

Une règle peut être la combinaison de plusieurs conditions de différents types comme :

- Un abordage (faible distance entre 2 navires) en haute mer (au delà des 200 miles nautiques).
- Une vitesse excessive (supérieure à la vitesse admise) dans une zone réglementée (dans l'approche portuaire).
- Un cargo (de moins de 80 mètres) qui a un pavillon de complaisance (dans une liste pré-définie) qui s'arrête (vitesse nulle) durant 30 minutes de nuit (entre 24 et 4 heures du matin) à une distance entre 5 et 10 miles nautiques de la côte et par mer calme (hauteur de houle inférieure à 50 cm).

Dans un cadre opérationnel, ces règles sont établies par les utilisateurs en fonction des missions de leur organisation. Ainsi, les règles peuvent être adaptées au mieux pour supporter les utilisateurs dans leurs tâches de détecter des comportements anormaux de navires ou des activités comme :

- La pêche illicite ou INN (illicite non régulée et non réglementée), cas du CROSS ETEL.
- La réglementation dans les rails et chenaux, cas des CROSS en Marche (CORSEN, JOBOURG et GRIS NEZ).
- Les accidents en mer, cas du CROSS MED.
- La contrebande et les trafics criminels, cas des Douanes.
- Un acte de terrorisme, cas de la Marine Nationale avec l'action de l'Etat en mer.
- Etc.

Il est noter que les règles s'appuient sur des informations qui doivent être connues par la solution SCANMARIS, c'est-à-dire contenue ou associées à la tenue de situation renseignée. En enrichissant, par des nouvelles informations souvent confidentielles, une tenue de situation renseignée dite générique, les organismes peuvent détecter des comportements particuliers et anormaux de navires, soit de mener leur mission tout en préservant des renseignements sensibles avec un bon degré de sécurité.

Des règles peuvent être également construite et appliquées dans SCANMARIS pour :

- Suivre des navires à risque (par exemple de plus de 25 ans ou transportant des marchandises dangereuses).
- Suivre des navires ayant fait escale dans des ports dits de complaisance.
- Suivre des navires frigorifiques dans des zones de pêche.

- Suivre des navires qui ont été par le passé en détention.
- Etc.

Sans que ces navires soient pour autant des contrevenants, mais présentent un intérêt dans le cadre de la surveillance et du contrôle du trafic maritime dans les eaux territoriales où la souveraineté de l'Etat s'applique.

### 3.4. Base de données navires

La base de données navires SCANMARIS vise à regrouper toutes les informations à caractère statique ou semi statique sur les navires dans une base unique.

Par « données statiques ou semi statique », on entend toutes les informations à caractère encyclopédique sur les navires, qui ont une durée de vie assez longue.

Elles comprennent principalement des données sur les caractéristiques techniques des navires (longueur, largeur, tirant d'eau, propulsion, motorisation, capacités d'emport et de levage, etc.). Mais ces données incluent également des informations sur des événements d'intérêt concernant le navire : résultats d'inspections, détentions, avaries ou incidents survenus sur le navire par le passé.

Pour la structure de départ de la base de données navires SCANMARIS, on s'est appuyés sur la base de données « Lloyd's Register FairPlay ». Cette base gère l'ensemble des navires de 100 GT et plus, et permet d'en connaître les données pertinentes comme la date de construction, les caractéristiques mécaniques, les propriétaires successifs, les ports, les capacités de transport humaines et matérielles, etc. Cette base de données est payante et des mises à jour trimestrielles sont possibles via un abonnement.

Les opérationnels utilisent les informations de la « Lloyd's Register FairPlay » mais ont systématiquement besoin d'informations supplémentaires sur les données récentes des bateaux.

Parallèlement, des recherches ont donc été menées sur les données d'intérêt complémentaires disponibles. Il est à noter que de nombreuses bases métier existent mais toutes les données ne sont pas publiques ni de même niveau.

L'idée n'étant pas, dans le cadre du projet SCANMARIS, d'être exhaustif mais d'illustrer les capacités permises par la fusion de sources de données hétérogènes, les sources de données suivantes ont été retenues dans un premier temps sur la base de l'analyse des besoins et de plusieurs sessions de travail avec les opérationnels pour définir les scénarios types :

- Le site web du MoU (« Memorandum of Understanding ») de Paris (voir également de Tokyo), qui recense les bateaux retenus par les autorités en fonction des résultats des inspections de sécurité réalisées régulièrement. Le site MoU de Paris permet alors d'avoir accès à la liste des défauts ayant entraîné la détention et, information primordiale pour un opérationnel, le site publie également la liste des bateaux bannis.
- Des sites de photos de navires. A ce titre, la base de données navires SCANMARIS contient plus de 250 000 photos de navires.

Dans un second temps, les capacités de la base de données navires SCANMARIS ont été augmentées de manière à traiter les données des bateaux de pêche.

En effet, la nouvelle législation oblige de plus en plus de bateaux marchands et de pêche à posséder un émetteur AIS dans un but essentiellement sécuritaire. De taille plus petite que les cargos et bateaux de commerce, les bateaux de pêche ne sont pas ou peu référencés dans la « Lloyd's Register FairPlay ». Il a donc été nécessaire dans le cadre du projet SCANMARIS, d'obtenir des informations d'une source de données différente.

Il a été opté pour intégrer les données de la base de données « Fleet register » (disponible via le site Internet de L'Union Européenne sur les affaires maritimes et la pêche) auxquelles il a été nécessaire de trouver l'équivalence entre le numéro MMSI et l'IRCS de manière à les insérer dans la base de données navires SCANMARIS.

Ces données concernent les informations générales d'un bateau de pêche (longueur, année de construction, équipements de pêche, etc.). Pour être utilisées de manière pertinente dans le projet SCANMARIS, il a été nécessaire de les associer aux informations de permis de pêche. En effet, dans un but de surveillance et de détection de fraudes, il faut connaître les

informations relatives aux différentes pêcheries soumises à un permis de pêche spécial (PPS). Ces pêcheries concernent des espèces de poissons (sole, requin des mers profondes, thon rouge, etc.) ou des regroupements d'espèces de poisson (espèces démersales, etc.).

Concernant les bateaux de pêche il est également nécessaire de fournir à un opérateur SCANMARIS l'information d'appartenance du bateau à une organisation de producteurs pour laquelle un quota de pêche relatif à certaines espèces de poissons est attribué.

En conclusion, la base de données navires de SCANMARIS fédère donc des informations provenant de plusieurs sources de données publiques (bases de données nécessitant ou non des abonnements et informations libres sur Internet) utiles à l'opérateur et nécessaire à la solution SCANMARIS. Elle contient les données relatives à plus de :

- 94 000 navires de commerce.
- 8 000 bateaux de pêche européens.
- 36 000 autres bateaux (yacht, ...).

### 3.5. Radar HFSWR

Aujourd'hui, l'observation des déplacements de navires dans la zone économique exclusive peut se réaliser en combinant des systèmes radars conventionnels avec des moyens aériens et navals. Or, la détection pour de tels radars côtiers est limitée par l'horizon électromagnétique (soit quelques dizaines de kilomètres).

Le radar HF (haute fréquence) à ondes de surface (SW) peut être une alternative aux systèmes micro-ondes actuel (côtier, aérien et naval) utilisés, car sa portée peut être supérieure à 300 km. Le radar HFSWR peut se déployer sur le littoral ou bien en mer sur une plateforme ce qui permettrait de couvrir un vaste espace maritime. La figure suivante donne des photographies du prototype HFSWR de l'ONERA qui est installé au Centre d'Essais des Landes à Biscarosse.





Dans le projet SCANMARIS, le radar HFSWR est testé pour évaluer les performances de détection de navires à longue distance et de réaliser des chaînages de plots de détection pour en obtenir les trajectoires.

#### 4 RESULTATS OBTENUS

La solution SCANMARIS apporte aux systèmes actuels de surveillance deux innovations techniques qui sont :

- La tenue de situation renseignée qui combine les données cinématiques des navires avec des informations sur son identité, ses caractéristiques, les conditions de navigation et situations géographiques.
- La détection automatique de comportements anormaux de navires dans leurs déplacements et leurs activités.

Ces innovations permettent aux opérateurs de gérer et contrôler :

- De grande étendue maritime comme la zone économique exclusive et les frontières maritimes.
- Des trafics maritimes denses comme dans les rails de navigation où des réglementations pour la navigation s'appliquent.
- Des comportements de navires suspects par des levées d'alertes répondant à des règles de détection pré-établies et élaborées pour remplir les missions des organisations.

Ces innovations ont été testées en utilisant des données réelles acquises par un réseau de stations AIS côtières et les performances évaluées par les utilisateurs avec un prototype installé dans un centre opérationnel de référence (CROSS MED de la DAM).

Les retours d'expérience ont été de plusieurs ordres :

- Détailler les missions de surveillance en termes de besoins et d'applications spécifiques (gestion des pêches, contrôle des zones réglementées, suivi de navires à risque), de tester les mécanismes de

levées d'alerte avec des règles simples comme l'abordage en mer et également composée comme navire à l'arrêt à 10 miles de la côte et de nuit par mer peu agitée, etc.

- Détailler quelques types de comportements anormaux de navires, mais également donner des conditions pour surveiller des navires non nécessairement contrevenants, comme les navires à risques ou transportant des marchandises dangereuses.
- Définir les informations utiles (autres que cinématiques) pour la surveillance maritime et le contrôle du trafic.
- Définir une interface homme machine ergonomique, facile d'utilisation et permettant d'illustrer les informations et la situation pour valider une levée d'alerte documentée.

Les recommandations ont été essentiellement les suivantes :

- Disposer d'une interface séparée pour le rôle opérationnel de gestion et de validation de l'ensemble des alertes dans un ordre chronologique (une main courante). Dans SCANMARIS une première interface a été esquissée.
- Dissocier les règles qui permettent d'identifier précisément un comportement de contrevenant (règles dites explicites, par exemple, vitesse excessive dans une zone limitée, ou changement de cap avant un point de giration obligatoire, etc.) de règles dites non explicites qui nécessitent une expertise pour pouvoir en identifier exactement la menace (objectif du projet TAMARIS financé par l'ANR dans son programme 2009 sur la sécurité globale).
- Pour les règles dites explicites, mettre en place un mécanisme permettant de compléter par l'opérationnel des formes numériques pré-remplies qui sont actuellement disponibles dans les centres mais souvent sous forme papier.

L'interface homme machine qui permet de consulter la tenue de situation renseignée ainsi qu'exploiter les outils sera, dans des prochains projets, adaptée à une interface tactile de dernière génération.

#### 5 CONCLUSION

SCANMARIS contribue à démontrer qu'une solution globale peut être apportée pour améliorer la surveillance et le contrôle du trafic sur de vastes domaines maritimes et des frontières entre Etats.

L'approche système de systèmes de mise en réseau de systèmes existants et nouveaux (objectif du programme EUROSUR (EUROpean SURveillance) de la Commission Européenne) nécessitera une architecture technique et une organisation des acteurs de la surveillance pour échanger des tenues de situations renseignées du trafic maritime et des alertes documentées sur des détections de comportements anormaux de navires (par exemple, pour le suivi d'un comportement suspect d'un navire qui passe d'une zone de surveillance d'un système national à une zone contiguë de surveillance d'un système d'un Etat voisin). Les innovations SCANMARIS prototypées contribueront à construire cette mise en réseau des systèmes pour échanger des jeux d'informations utiles avec des moyens de communication comme un Internet sécurisé ou des liaisons satellitaires (par exemple, la technologie et le Standard Digital Video Broadcast (DVB) ou simplement VSAT).

La solution SCANMARIS sera interfacée aux prototype TAMARIS en développement et également intégrée dans le système d'information de bout en bout comme I2C (financé par le 7 PCRD dans le thème ; « Sea Border Surveillance ») qui sera le premier prototype Européen d'un tel système complet, innovant et déployé in-situ. SCANMARIS, TAMARIS et I2C placeront le groupement des partenaires comme un contributeur concurrentiel pour ce futur marché à court terme (à l'horizon 2015).

## 6 REMERCIEMENTS

Le projet SCANMARIS a été sélectionné par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) pour être subventionné dans le cadre du programme 2008 sur les concepts systèmes et outils pour la sécurité globale.

Le projet SCANMARIS d'une durée de 2 ans a démarré en janvier 2008 pour se conclure donc en janvier 2010.

## 7 REFERENCES

1) Jean-Pierre Georgé, Jean-Pierre Mano, Marie-Pierre Gleizes, Michel Morel, Alain Bonnot, David Carreras. Emergent Maritime Multi-Sensor Surveillance Using an Adaptive Multi-Agent System (regular paper). Dans / In : Cognitive systems with Interactive Sensors (COGIS 2009), Paris, 16/11/2009-18/11/2009, SEE/URISCA, (support électronique), novembre / november 2009.

- 2) Anne Littaye, Marie-Annick Giraud, Jean-Pierre Mano, Alain Bonnot, Aldo Napoli, Michel Botalla, Florent Jangal, Michel Morel. SCANMARIS : détection des comportements anormaux des navires Trafic Maritime. Dans / In : Workshop Interdisciplinaire sur la Sécurité Globale (WISG09), Troyes, 27/01/2009-29/01/2009.
- 3) Florent Jangal, Jean-Pierre Georgé, Alain Bonnot, Marie-Annick Giraud, Michel Morel, Aldo Napoli. Toward a complete system for surveillance of the whole EEZ: SCANMARIS and associated projects. Dans / In : Oceans'09, Biloxi, Mississippi, USA, 26/10/2009-29/10/2009.
- 4) Florent Jangal, Marie-Annick Giraud, Anne Littaye, Michel Morel, Jean-Pierre Mano, Aldo Napoli. Extraction of Suspicious Behavior of Vessels in the Exclusive Economic Zone. Dans / In : International Symposium on Antennas and Propagation, Taipei (ISAP08), Taiwan, 27/10/2008-30/10/2008.
- 5) Anne Littaye, Michel Morel, Aldo Napoli, Jean-Pierre Georgé, Marie-Annick Giraud, Florent Jangal, Michel Botalla. Trafic Maritime : détection des comportements anormaux des navires. Dans / In : Les 7èmes journées scientifiques et techniques du CETMEF, Paris, 08/12/2008-10/12/2008.
- 6) Michel Morel, Aldo Napoli, Anne Littaye, Jean-Pierre Georgé, Florent Jangal. Surveillance et contrôle des activités des navires en mer. Dans / In : Workshop Interdisciplinaire sur la Sécurité Globale (WISG08), Université de Technologie de Troyes, 29/01/2008-30/01/2008.
- 7) Michel Morel, Jean-Pierre Georgé, Anne Littaye, Florent Jangal, Aldo Napoli. SCANMARIS - Automatic Detection of Abnormal Vessel Behaviours. Dans / In : 3AF International symposium : Europe and the Transformation of its Forces, Paris, 05/02/2008-07/02/2008.
- 8) Florent Jangal, Bernard Alhadeff, Michel Morel, Jean-Pierre Mano, Aldo Napoli, Anne Littaye, Christian Scapel, Jacques Lebrevelec, Daniel Dejardin. Sense, Enrich and Classify: the SCANMARIS Workshop for Assessment of Vessels Abnormal Behavior in the EEZ. Dans / In : Oceans'08, Quebec city, 15/09/2008-18/09/2008.
- 9) Michel Morel, Aldo Napoli, Anne Littaye, Marie-Pierre Gleizes, Pierre Glize. SCANMARIS: an Adaptive and Integrative Approach for Wide Maritime Zone Surveillance. Dans / In : Cognitive systems with Interactive Sensors (COGIS 2007),

- Stanford University California USA, 26/11/2007-27/11/2007, p. 10-14, 2007.
- 10) Zied Sellami, Marie-Pierre Gleizes, Nathalie Aussenac-Gilles, Sylvain Rougemaille. Dynamic ontology co-construction based on adaptive multi-agent technology. Dans / In : International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development (KEOD 2009), Madeira (Portugal), Springer, 2009
- 11) Carole Bernon, Davy Capera, Jean-Pierre Mano, Sylvain Videau, Christine Régis. Towards Self-Modelling of Metabolic Pathways. Dans / In : Journal of Biological Physics and Chemistry, AMSI & Collegium Basilea, Suisse - Géorgie, Vol. 9 N. 1, p. 43-50, 2009.
- 12) Jean-Baptiste Welcomme, Marie-Pierre Gleizes, Romaric Redon. A Self-Organising Multi-Agent System Managing Complex System Design Application to Conceptual Aircraft Design. Dans /In : System and Information Sciences Notes (SIWN), The Foresight Academy of Technology Press, UK, Vol. 1 N. 2, p. 130-137, 2007.